

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА**

Фізико-технічний факультет
Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Напівпровідникова електроніка

Рівень вищої освіти – другий (освітньо-науковий) рівень вищої освіти
Освітньо-наукова програма «Медична фізика», «Матеріали та системи
відновлювальної енергетики»
Спеціальність 105 - "Прикладна фізика та наноматеріали"
Галузь знань 10 – Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № __ від __ _____ 2023 р.

Івано-Франківськ – 2023 рік

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Напівпровідникова електроніка
Викладач (-і)	старший викладач, кандидат технічних наук Котик Михайло Васильович
Контактний телефон викладача	0342596007
E-mail викладача	mykhaylo.kotykh@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Очний, дистанційний
Обсяг дисципліни	6 кредитів ЄКТС, 180 год.
Посилання на сайт дистанційного навчання	https://d-learn.pnu.edu.ua/
Консультації	відповідно до графіку індивідуальних консультацій, який розміщений на інформаційному стенді кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки
2. Анотація до навчальної дисципліни	
<p>Дисципліна "Напівпровідникова електроніка" є ключовою частиною навчального процесу для бакалаврів, що спеціалізуються у галузі "Електроніка". Цей курс спрямований на формування у студентів теоретичних знань та практичних навичок у сфері напівпровідникової електроніки. Предметом вивчення є основні теоретичні концепції та практичні аспекти використання напівпровідників у сучасних електронних пристроях.</p> <p>Курс розглядає ключові питання, пов'язані із властивостями напівпровідників, їхньою фізикою та застосуванням у різних електронних пристроях. Особлива увага приділяється принципам роботи напівпровідникових пристроїв, таких як транзистори, діоди, та їхній роль у сучасних електронних схемах.</p> <p>У результаті вивчення дисципліни студенти повинні мати глибоке розуміння фізичних основ напівпровідникової електроніки та вміти застосовувати ці знання для розробки та оптимізації електронних пристроїв на основі напівпровідникових матеріалів.</p> <p>Силабус навчальної дисципліни "Напівпровідникова електроніка" складений відповідно до освітньо-наукової програми "Електроніка" з підготовки бакалаврів спеціальності 105 - "Прикладна фізика та наноматеріали" галузі знань 17 "Електроніка, автоматизація та електронні комунікації".</p>	
3. Мета та цілі навчальної дисципліни	
<p>Мета курсу "Напівпровідникова електроніка" для бакалаврів полягає в формуванні теоретичних знань та практичних навичок у галузі напівпровідникових матеріалів та пристроїв. Курс спрямований на розуміння фізичних принципів, які лежать в основі функціонування напівпровідникових пристроїв, і їх застосувань у сучасній електроніці.</p> <p>Завданням дисципліни є сформулювати у студентів компетенції щодо роботи з напівпровідниковими матеріалами та пристроями. Курс охоплює наступні теми:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основні властивості та характеристики напівпровідникових матеріалів; - принципи роботи основних напівпровідникових пристроїв (транзистори, діоди); - застосування напівпровідникових матеріалів у сучасних електронних схемах. <p>У результаті вивчення дисципліни бакалавр повинен:</p> <p>знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - фізичні властивості та особливості напівпровідникових матеріалів; 	

- принципи роботи основних напівпровідникових пристроїв;
- області застосування напівпровідникових технологій.

вміти:

- аналізувати та проектувати електронні пристрої на основі напівпровідникових матеріалів;
- використовувати здобуті знання для оптимізації електронних схем.

Цей курс сприяє розвитку теоретичних та практичних навичок, необхідних для роботи в галузі електроніки та напівпровідникових технологій.

4. Програмні компетентності та результати навчання

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі прикладної фізики і наноматеріалів, що передбачає застосування теорій та методів фізики, математики та інженерії, алгоритмів, інформаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення і характеризується певною невизначеністю умов, проведення експериментальних і теоретичних досліджень, здійснення інновацій.

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК6. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні

ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

СК1. Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проектів.

СК2. Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.

СК3. Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження.

СК5. Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.

СК6. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

СК7. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

ПРН1. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики..

ПРН3. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.

ПРН4. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.

ПРН5. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.

ПРН6. Відшукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.

ПРН7. Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики.

ПРН 11. Знати цілі сталого розвитку та можливості своєї професійної сфери для їх досягнення, в тому числі в Україні.

ПРН 12. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем

ПРН 13. Оцінювати фінансові, матеріальні та інші витрати, пов'язані з реалізацією проектів у сфері прикладної фізики, соціальні, екологічні та інші потенційні наслідки реалізації проектів

5. Організація навчання			
Обсяг навчальної дисципліни			
Вид заняття		Загальна кількість годин	
лекції		40	
лабораторні		20	
самостійна робота		60	
Ознаки курсу			
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибірковий
3	171 Електроніка	2	вибірковий
Тематика навчальної дисципліни			
Тема	Кількість год		
	Лекції	Лаб. заняття	Сам. роб.
Тема 1. Сигнали. Класифікація сигналів. Спектри сигналів. Теорема Котельнікова.	3		8
Тема 2. Напівпровідникові прилади. Безперехідні напівпровідникові прилади. Напівпровідникові діоди. Польовий транзистор.	4		7
Тема 3. Біполярний транзистор. Принцип роботи. Схеми включення. Характеристики транзисторів.	4		8
Тема 4. Електронні підсилювачі. Принцип роботи підсилювача. Класифікація підсилювачів, технічні показники їх роботи. Зворотний зв'язок у підсилювачах.	4		7
Тема 5. Резистивний підсилювач змінної напруги. Графічний аналіз роботи. Вибір режиму по постійному струмі. Розрахунок підсилювача напруги.	4		7
Тема 6. Підсилювачі із зворотним зв'язком. Повторювачі напруги. Підсилювачі з загальною базою.	4		7
Тема 7. Характеристики підсилювачів. Багатокаскадні підсилювачі. Вибіркові підсилювачі. Підсилювачі постійного струму.	4		7
Тема 8. Підсилювачі потужності. Практичні схеми підсилювачів потужності. Операційні підсилювачі.	3		7

Тема 9. Електронні генератори. Автогенератори з коливальними контурами. LC- RC-генератори.	3		7
Тема 10. Генератори негармонічних коливань. Мультивібратор.	3		7
Тема 11. Фільтрація сигналів. Активні та пасивні фільтри.	3		6
Тема 12. Імпульсні та цифрові електронні системи.	3		6
Лабораторна робота №1. Амплітудно-фазові співвідношення в простих колах змінного струму.		2	4
Лабораторна робота №2. Вимірювання електричних величин і параметрів елементів електричних кіл.		3	5
Лабораторна робота №3. Однофазні напівпровідникові випрямлячі.		3	5
Лабораторна робота №4. Біполярні і польові транзистори.		2	4
Лабораторна робота №5. Найпростіші транзисторні підсилювачі.		2	5
Лабораторна робота №6. Практичне застосування методів швидкісної обробки сигналів у сучасних електронних системах.		2	5
Лабораторна робота №7 Підсилювачі звукового діапазону.		2	4
Лабораторна робота №8. Цифрова обробка сигналів		2	4
ЗАГ:	42	18	120

6. Система оцінювання навчальної дисципліни

Загальна система оцінювання курсу	<p><i>Поточний контроль</i> здійснюється під час проведення лекційних, лабораторних, індивідуальних занять і має на меті перевірку знань аспірантів з окремих тем навчальної дисципліни та рівня їх підготовленості до виконання конкретної роботи. Оцінки у національній шкалі («відмінно» - 5, «добре» - 4, «задовільно» - 3, «незадовільно» - 2), отримані аспірантами, виставляються у журналах обліку відвідування та успішності курсу аспірантів зі спеціальності 171 Електроніка.</p> <p>Завданням поточного контролю є перевірка розуміння та засвоєння певного матеріалу (теми), вироблення навичок проведення дослідницьких робіт з інтегральної елементної бази КМОН ІС з використанням</p>
-----------------------------------	--

	<p>САПР, вміння вирішувати конкретні ситуативні завдання, приймати рішення щодо подальших досліджень на основі отриманих результатів. <i>Семестровий (поточний контроль) у першому семестрі проводиться у формі заліку.</i></p> <p><i>Семестровий (підсумковий контроль) у другому семестрі проводиться у формі заліку.</i></p> <p><i>Екзамен – форма підсумкового контролю, яка передбачає перевірку розуміння аспірантом теоретичного та практичного програмного матеріалу з предмету “Біомедична електроніка”, здатності творчо використовувати здобуті знання та вміння, формувати власне ставлення до певної проблеми тощо.</i></p> <table border="1" data-bbox="667 629 1468 1344"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Сума балів за всі види навчальної діяльності</th> <th rowspan="2">Оцінка ECTS</th> <th colspan="2">Оцінка за національною шкалою</th> </tr> <tr> <th>Для екзамену</th> <th>Для заліку</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>90 – 100</td> <td>A</td> <td>відмінно</td> <td rowspan="5">зараховано</td> </tr> <tr> <td>80 – 89</td> <td>B</td> <td rowspan="2">добре</td> </tr> <tr> <td>70 – 79</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>60 – 69</td> <td>D</td> <td rowspan="2">задовільно</td> </tr> <tr> <td>50 – 59</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>26 – 49</td> <td>FX</td> <td>незадовільно з можливістю повторного складання</td> <td>не зараховано з можливістю повторного складання</td> </tr> <tr> <td>0-25</td> <td>F</td> <td>незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни</td> <td>не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни</td> </tr> </tbody> </table>	Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою		Для екзамену	Для заліку	90 – 100	A	відмінно	зараховано	80 – 89	B	добре	70 – 79	C	60 – 69	D	задовільно	50 – 59	E	26 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання	0-25	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни
Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS			Оцінка за національною шкалою																									
		Для екзамену	Для заліку																										
90 – 100	A	відмінно	зараховано																										
80 – 89	B	добре																											
70 – 79	C																												
60 – 69	D	задовільно																											
50 – 59	E																												
26 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання																										
0-25	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни																										
<p>Вимоги до письмової роботи</p>	<p>Підсумкова робота може виконуватися за необхідності згідно розкладу контролю самостійної роботи (КСР) у формі тестових завдань з вибором правильної відповіді з застосуванням технічних засобів навчання. Кількість тестових завдань – 20. Вартість кожного запитання складає 1 бал. Максимальна оцінка 20 балів.</p>																												
<p>Практичні/лабораторні заняття</p>	<p>Після узагальнення (вступного слова) викладач дає відповіді на окремі теоретичні запитання, які виникли у аспірантів у процесі підготовки до заняття.</p> <p>До початку лабораторної роботи аспірант має отримати допуск за результатами усної співбесіди. На лабораторній роботі кожен аспірант отримує інструкцію до виконання. Після завершення роботи аспірант оформляє і захищає звіт з результатами роботи. Кожна лабораторна робота оцінюється за національною шкалою (відмінно добре задовільно незадовільно), середня оцінка за всі лабораторні роботи приводиться до 100 бальної шкали. Максимальний бал за лабораторні роботи 30 балів.</p>																												
<p>Умови допуску до підсумкового контролю</p>	<p>Аспірант допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він набрав сумарно 25 балів і</p>																												

	<p>вище.</p> <p>Аспірант не допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він набрав менше 25 балів. У цьому випадку аспіранту у відомості робиться запис "не допущений" і виставляється набрана кількість балів. Допускається, як виняток, з дозволу завідувача аспірантури за заявою, погодженою з відповідною кафедрою, одноразове виконання аспірантом додаткових видів робіт з навчальної дисципліни (відпрацювання пропущених занять, виконання індивідуальних завдань тощо) для підвищення оцінок.</p> <p>Напередодні екзамену викладач подає доповідну завідувачу аспірантури про недопуск аспірантів курсу спеціальності 171 "Електроніка". Відмітка про недопуск у відомості робиться при наявності розпорядження завідувача аспірантури.</p>
Підсумковий контроль	<p>Форму контролю – екзамен; форму здачі – комбінована (письмова з усною співбесідою), можливе також проведення екзамену в тестовій формі з використанням технічних засобів навчання;</p> <p>Білет складається з трьох теоретичних питань і одного короткого завдання. Розподіл балів за питаннями і завданнями рівномірний. Максимальний бал за екзамен 50 балів.</p>

7. Політика навчальної дисципліни

Аспірант зобов'язаний відвідувати заняття відповідно до встановленого розкладу, не запізнюватися, мати відповідний зовнішній вигляд. У разі відсутності через хворобу надається відповідна довідка.

Пропущена лекція відпрацьовується аспірантом самостійно, як короткий конспект за темою заняття.

Пропущена лабораторна робота виконується аспірантом самостійно вдома або в комп'ютерній лабораторії кафедри, результати оцінюються викладачем.

У випадку, коли аспірант приймав участь у програмі мобільності, можливе врахування отриманих оцінок в іншому навчальному закладі за умови відповідності навчальних планів або наявних сертифікатів.

Політика академічної поведінки і етики

Студент повинен бути толерантним і поважати думку інших.

Заперечення повинні формулюватися тільки в коректній формі.

Плагіат та академічна недоброчесність несумісні з принципами діяльності ЗВО.

Не допускається підказування та списування під час здачі будь-яких робіт поточного, рубіжного чи підсумкового контролю.

Не допускається користування телефонами та будь-якими іншими допоміжними засобами під час здачі будь-яких робіт поточного, рубіжного, чи підсумкового контролю.

Також є можливість перезарахування результатів навчання в інших закладах вищої освіти чи результатів неформальної освіти згідно Положення про визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної освіти, в Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника (затверджено вченою радою університету 01

листопада 2022 р. протокол № 9 та введено в дію наказом ректора № 672 від 24 листопада 2022 р.).

8. Рекомендована література

1. S. M. Sze, K. K. Ng. "Physics of Semiconductor Devices." Wiley, 2006.
2. J. Singh. "Semiconductor Devices: Basic Principles." John Wiley & Sons, 2001.
3. Y. N. Klymenko. "Semiconductor Physics and Devices." KNU, 2016.
4. S. M. Sze. "Semiconductor Devices: Physics and Technology." Wiley, 1985.
5. B. Van Zeghbroeck. "Principles of Semiconductor Devices." University of Colorado, 2018.
6. J. C. Campbell. "The Science and Engineering of Microelectronic Fabrication." Oxford University Press, 2001.
7. D. A. Neamen. "Semiconductor Physics and Devices: Basic Principles." McGraw-Hill Education, 2011.
8. A. Bar-Cohen, P. C. Eklund. "Electrothermal Analysis of VLSI Systems." Springer, 2000.
9. Y. Toyoshima. "Semiconductor Device Physics and Design." Springer, 2008.

Викладач – старший викладач, Котик М.В.